

Cahier des charges

oDrone

Resumé

Ce document présente l'organisation et le but du projet oDrone. Il s'adresse à toute personne pouvant être amenée à participer au développement du projet.

oDrone s'articule autour de plusieurs axes principaux. On peut y dissocier la partie matérielle du projet bâtie sur la création d'un quadricoptère, future plateforme d'accueil pour les modules obligatoires ou optionnels. Ces derniers représentent l'un des points fondamentaux du projet. En effet, les modules ont pour vocation d'être créés par les membres d'une communauté et partagés sur un site web. oDrone prévoit toutefois de fournir les modules nécessaires au vol et au pilotage basique d'un drone.

La suite de ce document présente les aspects techniques du projet, des problématiques résultantes du choix des composants électroniques à celles des technologies utilisées pour développer les modules du drone ou du site internet de la communauté. Il décrit plus précisément les modules qui font partie intégrante du projet, introduit les points qui sont, à l'heure actuelle, expérimentaux (comme le choix de la carte électronique) et propose une première organisation du travail à effectuer. Le cahier des charges est amené à évoluer en fonction des problématiques rencontrées durant le développement du projet, ainsi que pour préciser certains points difficiles à anticiper avant la phase de développement.

Enfin, ce document reprend tous les aspects techniques ou non qui devront faire partie du rendu final du projet.

Description du document

Titre	Cahier des charges
Date	23/02/2014
Auteur(s)	Membres du groupe oDrone
Responsable	William SIMONIN
E-Mail	contact@odrone.eu
Sujet	Cahier des charges pour le projet oDrone
Mots clés	
Version du modèle	1.0

Tableau des révisions

Date	Auteur(s)	Section(s)	Commentaire
23/02/2014	Membres du groupe oDrone	Toutes	Première version

Sommaire

1. Rappel de l'EIP	1
a. Objectifs de l'EIP et Epitech ?	1
b. Principe de base du système futur	1
2. Présentation de l'environnement de réalisation	2
a. Environnement de développement	2
b. Environnement matériel	3
c. Architecture technique	3
d. Composants existants	3
e. Gestion de la sécurité	4
f. Points sensibles	4
3. Description des différentes parties du programme à réaliser	5
a. La partie physique	5
b. La distribution	5
c. Les modules	6
d. La communauté	6
4. Description des tests de premier niveau	7
5. Organisation projet	8
a. Le développement du drone	8
1) Le choix du matériel	8
2) Développement	9
b. Gestion de la communauté	9
6. Annexes	10
1 - Tableau de répartition des tâches (Des priorités seront établies suivant l'avancement du projet):	10

1. Rappel de l'EIP

a. Objectifs de l'EIP et Epitech

L'EIP (Epitech Innovative Project) est le projet de fin d'étude de l'école d'informatique Epitech.

Par sa pédagogie innovante, axée sur la pratique, Epitech transforme la passion de l'informatique en une véritable expertise. En orientant le cursus sur la réalisation de projets individuels ou en groupe et des trois stages de quatre à six mois, les étudiants se rapprochent aux plus près des attentes du monde de l'entreprise.

L'EIP est séparé en plusieurs parties :

- **Une partie documentation** dans laquelle est réalisée l'étude de l'existant, la description du projet, le cahier des charges, le diagramme de Gantt et la documentation utilisateur.
- **Une partie technique** dans laquelle est réalisé le projet qui sera proposé aux utilisateurs.
- **Une partie commerciale** dans laquelle est réalisée la présentation du projet sur différents supports (site internet, page Facebook, présentation Powerpoint).

Le but de l'EIP est d'être un projet déployable dans le monde professionnel, facilement utilisable grâce à la documentation et durable par son aspect innovant.

b. Principe de base du système futur

oDrone est un outil permettant de créer et personnaliser des drones facilement, avec des fonctionnalités (appelées modules) adaptées aux besoins de chacun.

Ces modules peuvent être créés et proposés à toute la communauté grâce au système proposé. Toute personne peut ensuite les télécharger et les utiliser sur son drone personnel.

Une plateforme communautaire met à disposition une documentation et un forum afin de fournir les informations nécessaires au fonctionnement et au déploiement de notre solution. Ces éléments favoriseront l'entraide entre les utilisateurs et mettront plus en avant les outils déjà réalisés.

Des modules de base seront présents avec notre système: un module de stabilisation, un module de direction, un module de communication, un module de sécurité muni d'un

parachute et un module de poursuite. Les développeurs de la communauté enrichiront cette base de modules.

oDrone devra s'inscrire dans le domaine du modélisme et de l'embarqué accessible à tous ainsi que dans les « outils incontournables » pour des développeurs désirant innover dans le domaine des drones.

oDrone permettra, d'une part, à n'importe quel utilisateur d'avoir un drone à moindre coût répondant aux besoins de chacun et d'autre part, de mettre en commun le travail de toutes les personnes désirant améliorer et innover dans cette voie.

2. Présentation de l'environnement de réalisation

a. Environnement de développement

L'environnement de développement d'oDrone s'articule autour de deux grands axes :

- **la création du modèle 3D** nécessitant un logiciel de CAO/DAO (tel que Catia, Solidworks ou Autodesk)
- **la création de la distribution** servant de base au système et ses modules. Ils seront codés en langage bas niveau (C/C++) sur un IDE (au choix du développeur). Une norme de développement (encore à définir) sera appliquée.

Le développement sera soumis à certaines contraintes. En effet le système de gestion des modules, appelé « Core », devra être fonctionnel rapidement afin de tester les modules qui y seront chargés. De plus, pour vérifier leur efficacité, le drone devra être réalisé et pouvoir voler.

b. Environnement matériel

Pour créer l'armature du drone, une imprimante 3D sera utilisée. Celle-ci permettra la création d'une coque solide et légère à la fois. Cette armature sera soulevée par quatre moteurs.

Le drone sera contrôlé par une carte électronique avec qui il sera possible de communiquer via un protocole utilisant les ondes radio. Cette carte devra être suffisamment puissante pour supporter la distribution, posséder assez d'entrées/sorties (I/O) pour tous nos composants et s'acquitter d'un prix raisonnable.

Un serveur Linux sera utilisé pour héberger le site web de la communauté.

c. Architecture technique

Notre solution inclura un site web, destiné à proposer notre drone et nos modules à la communauté. Il faut ajouter à cela la distribution qui fera fonctionner tous les modules.

La distribution sera déployée sur la carte électronique qui accueillera les modules, contrôlera les moteurs et pourra déclencher certains systèmes de sécurité comme celui du parachute.

Il n'y a, à l'heure actuelle, aucun mécanisme de « staging » prévu pour le site web, celui-ci n'étant pas la base du projet. Il sera mis en ligne dès son développement achevé.

Concernant les modules, un système de versions sera mis en place. Une fois que la première version supposée stable sera mise en ligne, le projet proposera des « releases » lorsque des tests suffisamment poussés auront été réussis.

d. Composants existants

Les composants qui seront utilisés pour le drone ne devront évidemment pas consommer beaucoup d'énergie afin d'augmenter l'autonomie en vol de celui-ci.

Le drone possédera un gyroscope, un accéléromètre, un thermomètre, un altimètre, une armature, un récepteur et un émetteur radio. Selon le montage du drone, certains capteurs ne seront pas forcément utilisés. De même, toujours pour s'inscrire dans une conception générique, d'autres capteurs pourront, si besoin, être ajoutés facilement.

e. Gestion de la sécurité

Les phases de tests nécessiteront un équipement adapté permettant de sauvegarder le matériel en cas de chute. Nous allons donc devoir créer une « cage » qui, à l'aide de sangles, sera chargée d'éviter que les parties « fragiles » du drone (moteurs, cartes électroniques, etc...) ne puissent heurter l'environnement.

Pendant le vol, des boîtiers seront utilisés afin de protéger les cartes électroniques, les câbles seront entourés d'une gaine et l'armature se posera sur des parties souples afin de minimiser les chocs sur le matériel lors de l'atterrissage.

L'armature devra être conçue pour être non seulement solide, mais aussi pour assurer la stabilité et le maintien du matériel embarqué.

Un système de détection d'anomalies et de déclenchement d'un parachute sera utilisé afin de ralentir au maximum le drone lors d'une éventuelle chute. Ce système se présentera sous la forme d'un module qui pourra être activé ou désactivé suivant les besoins.

Le « Core » se chargera de détecter un éventuel dysfonctionnement matériel.

f. Points sensibles

Les principaux risques pour le projet sont :

- **les tests de vol** pouvant endommager le matériel. Afin de minimiser ce risque, un environnement de test sera mis en place afin de prévenir les éventuelles chutes du drone.
- **des dommages aux cartes électroniques** dûs à des problèmes dans le circuit électrique. Un budget sera mis en place afin de remplacer les pièces qui pourraient être défectueuses.

- **le matériel électronique utilisé n'est pas définitif** et est susceptible d'être modifié au fil des expérimentations. Ainsi, il faudra envisager du matériel de substitution si les résultats sont insatisfaisants.

3. Description des différentes parties du programme à réaliser

a. La partie physique

L'armature physique du drone sera dans un premier temps modélisée (outil actuellement non défini) puis imprimée via une imprimante 3D.

Elle devra répondre aux contraintes suivantes:

- Être suffisamment résistante et souple pour ne pas se briser lors d'une accélération violente des moteurs.
- Être la plus légère possible.
- Être conçue pour pouvoir fixer correctement les composants électroniques.
- Être facilement reproductible avec une imprimante 3D.

b. La distribution

Le projet fournira une distribution Linux dédiée prête à l'emploi. Celle-ci comportera au minimum un gestionnaire de paquets afin de mettre à jour, installer ou supprimer des modules. Il permettra aussi de mettre à jour le logiciel « Core » (celui qui gère les modules).

Un serveur type SSH sera mis en place afin de pouvoir se connecter au drone et d'effectuer ses mises à jour depuis son ordinateur.

Plusieurs interpréteurs seront disponibles sur la distribution pour permettre l'utilisation de modules écrits dans différents langages.

Le « Core » sera développé en C/C++. Il devra abstraire la communication avec le matériel (hardware) et permettre aux modules de fonctionner correctement. Une attention particulière lui sera accordée afin d'éviter qu'en cas de problème, tous les modules cessent subitement de fonctionner.

c. Les modules

Les modules devront être installables et supprimables depuis une interface utilisateur sur un ordinateur avec une gestion de dépendances.

Le drone sera composé de différents modules de base :

- **Un module de communication** nécessaire pour contrôler le drone à distance. Il utilisera les ondes radios pour fonctionner. Ce module est nécessaire au fonctionnement de la plupart des autres.
- **Un module de direction/navigation** pour permettre au drone de se déplacer.
- **Un module de stabilisation** qui va permettre au drone de contrer les effets indésirables tels que le vent ou la gravité.

Il possédera également **un module de sécurité** (parachute) pour prévenir les éventuels dommages qui pourront survenir si le drone venait à heurter un objet à pleine vitesse, s'il tombait en panne ou si son assiette venait à être trop verticale.

Pour finir, il existera **un module complémentaire de poursuite** (« tracking ») qui représentera la finalité du drone car il utilisera tous les modules précédemment cités.

d. La communauté

Un des objectifs de cet EIP est de créer une communauté autour d'oDrone. Elle aura pour but de créer des modules supplémentaires et pourra également améliorer les modules déjà existants.

Dans un premier temps, un simple blog sera créé pour tenir au courant les visiteurs. Ensuite viendra le forum afin de pouvoir échanger avec les premiers membres intéressés par le projet. Pour les deux premières étapes, un hébergeur supportant PHP/MySQL et deux CMS très connus : Wordpress et phpBB seront utilisés.

Après la réalisation du premier prototype du drone, nous ajouterons deux sections sur le site. La première partie sera un tutoriel pour construire le drone. La seconde section présentera les modules développés par la communauté. Dans cette dernière, les personnes pourront ajouter, modifier, télécharger des modules et participer au développement de ceux-ci en leur donnant une note et écrire des commentaires. Cette partie sera développée et améliorée afin de proposer une plateforme simple et efficace à la communauté.

4. Description des tests de premier niveau

Avant d'initier des tests sur la structure complète du drone, il conviendra d'abord de s'assurer de la solidité des bases sur lesquelles repose celui-ci. Par conséquent, il sera de première nécessité de garantir la validité des différents montages et productions de manière ascendante : d'abord tester les capteurs puis, ensuite, tester leur assemblage.

Les composants utilisés pour le drone devront, au préalable, subir de multiples tests unitaires. Il s'agira de vérifier les valeurs brutes obtenues expérimentalement pour, ensuite, les comparer aux valeurs théoriques. En effet, suivant le modèle des capteurs utilisés, l'interprétation des valeurs acquises en vol pourront varier et devront nécessairement être vérifiées. Les composants détaillés ci-dessous sont ceux en rapport direct avec le vol et sa stabilité. En voici la liste :

- **le gyroscope** : ce capteur permet de récupérer la position angulaire du drone selon les trois axes (X, Y et Z). Pour tester les angles, il sera nécessaire de faire un montage à base de rapporteur d'angle ou d'inclinomètre.
- **l'accéléromètre** : qui permet de mesurer l'accélération linéaire du drone. Les tests de celui-ci s'effectueront avec un accéléromètre déjà calibré.
- **l'altimètre** : utilisé pour récupérer la distance entre le drone et un point de référence (généralement, l'endroit du décollage), celui-ci pourra être testé avec différents appareils de mesure : notamment des altimètres très précis utilisés en aéromodélisme.
- **le capteur de distance** : tout comme l'altimètre, les valeurs acquises par ce capteur pourront être vérifiées avec du matériel utilisé couramment en aéromodélisme.

La vérification des capteurs terminée, il nous faudra dès lors entamer celle des moteurs. Celle-ci se focalisera sur deux points primordiaux :

- **La portance** : il est indispensable que les moteurs puissent supporter et faire voler toute la structure de notre appareil. Nous comparerons les valeurs obtenues par l'intermédiaire de modèles mathématiques avec celles obtenues expérimentalement avec un dynamomètre électronique.
- **La consommation électrique** : généralement indiquée par le constructeur, nous devons tout de même la contrôler à l'aide d'une série de mesures.

Lorsque tout le matériel sera éprouvé, il nous faudra tester l'assemblage du drone et les différents algorithmes de stabilisation. Pour ce faire, nous créeront une armature cubique à l'aide de baguettes (en bois ou aluminium) dont les côtés mesureront environ 150 cm. À celle-ci seront accrochés plusieurs câbles qui la relieront au drone. Ils auront pour but de stabiliser et réduire les degrés de liberté de l'appareil. Cette méthode nous permettra de

tester nos algorithmes en toute sécurité, aussi bien pour les expérimentateurs que pour le matériel lui-même.

La seconde partie des tests de premier niveau portera sur la partie logicielle et notamment les modules de stabilisation et de navigation.

Pour assurer le bon fonctionnement du module de stabilisation, celui-ci sera mis à l'épreuve. Toujours en utilisant la cage décrite ci-dessus, l'aérodyne sera soumis à des environnements différents :

- environnement stable et contrôlé : pression, température et hygrométrie constantes.
- environnement peu stable : le drone sera placé dans une soufflerie faite maison. Elle permettra d'appliquer une contrainte sur le drone qui devra se stabiliser de manière autonome.
- environnement instable : toujours en utilisant la soufflerie. Cette fois-ci, celle-ci appliquera des contraintes nettement plus rudes.

Lors des premiers tests, le module de navigation nécessitera, lui aussi, la cage. En effet, cette phase s'avère périlleuse et porteuse d'une multitude de problématiques variées. Il est prévu de commencer par piloter l'appareil à l'intérieur de cette cage. Une fois stable, le module sera testé dans une autre structure moins contraignante. Elle n'aura aucun raccord avec l'engin et celui-ci pourra se mouvoir librement en son sein. Ce test sera une prémisses aux tests de vol en liberté effectués lorsque la base sera développée, consolidée et certifiée comme apte au vol.

5. Organisation projet

a. Le développement du drone

1) Le choix du matériel

Il faut ici trouver les composants se rapprochant au maximum des critères optimaux définis pour leur utilisation et respectant les contraintes de notre projet (à savoir les performances, la taille, la consommation, le prix, le poids, etc...).

Une fois le matériel choisi, des tests de performances et de consommation seront effectués sur les cartes électroniques ainsi que sur les moteurs. L'armature sera ensuite réfléchi et étudiée pour être à la fois la plus solide et la plus légère possible. Elle devra également accueillir et protéger les composants électroniques.

La phase d'expérimentation pour le matériel constituant l'architecture de base du drone (contenant la carte électronique maîtresse, les moteurs, les variateurs et autres composants obligatoires pour le drone) ne devra pas durer plus de 10 mois.

2) Développement

Le développement du « Core » et des modules se fera parallèlement. Une fois le système en place, les modules seront testés un par un et validés une fois qu'ils auront passé toutes les contraintes qui leur ont été imposées. Les modules seront créés dans l'ordre suivant :

- Module de communication
- Module de stabilisation
- Module de pilotage
- Module de sécurité
- Module de poursuite

A chaque avancée et validation d'un module, un tutoriel, expliquant l'installation, la configuration et l'utilisation du module, sera ajouté à notre communauté sur le wiki.

b. Gestion de la communauté

Dans un premier temps, un blog et un forum seront réalisés pour fédérer les intéressés. Ils leur permettront de suivre le projet et d'interagir avec ce dernier.

Une fois que le premier prototype sera réalisé, deux autres sections seront ajoutées :

- La partie contenant les tutoriels pour le montage du drone (probablement un wiki).
- L'interface de gestion des modules (ajouts, modifications, explications, etc...)

Ces dernières parties seront développées à partir de zéro afin d'avoir un outil simple et adapté pour la gestion des modules.

Ensuite viendra la mise en place du système de stockage et de partage des modules. Ce système permettra aux membres de la communauté de partager un module. Ce sera la liaison entre le site et la distribution.

L'équipe sera divisée afin de réaliser, en même temps, le développement du drone et les supports de la communauté. Le tableau de répartition des tâches est fourni en annexe (1).

Ayant beaucoup d'expérimentations à faire pour le projet, il ne nous est donc pas encore possible de définir de date limite précise et définitive à l'heure actuelle. Une fois le choix du matériel effectué, et donc, les contraintes techniques liées au matériel choisies, il nous sera possible de créer un planning de développement.

6. Annexes

1 - Tableau de répartition des tâches (Des priorités seront établies suivant l'avancement du projet):

Parties	Leroy_v	Simon_p	Heckma_g	Thouro_v	Gayot_o	Ginter_m	Caster_f	Simoni_w
Armature 3D		X	X			X	X	
Conception matérielle		X				X	X	
Module de Stabilisation	X	X	X	X		X	X	X
Module de Direction / Navigation	X	X	X	X			X	X
Module de Communication	X		X	X		X		X
Module de Tracking		X	X	X				X
Module de Parachute		X						
Protocole de Communication	X			X	X	X		X
Système de gestion des modules	X			X	X	X	X	X
Mise en place de la distribution	X	X			X	X	X	
Site internet de la communauté		X	X	X	X		X	X